



Analisis Stabilitas Struktur Retaining Wall Basement Terhadap Tekanan Tanah Dengan Aplikasi Plaxis 8.6.

Stability Analysis Of The Structure Of Retaining Wall Basement On Soil Pressure Using Plaxis 8.6 Software

Tommy Prasetyo Wibowo, & Tika Ermita Wulandari

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area, Indonesia

Abstrak

Saat merencanakan pembangunan sebuah gedung pertokoan, maupun apartemen, diperlukan lahan parkir yang terbilang cukup luas. Hal ini yang menjadi permasalahan tersendiri bagi pengembang (developer) karena tidak memungkinkan lagi membangun sebuah konstruksi secara horizontal karena keterbatasan lahan dan harga lahan yang semakin tinggi setiap waktunya. Oleh karena itu pembangunan basement merupakan bagian yang penting dari sebuah gedung bertingkat yang memanfaatkan luasan area tanah yang ada sebagai area lahan parkir seperti pada pembangunan Proyek Rumah Sakit Regina Maris Medan. Pada pembangunan diawali dengan pekerjaan penggalian tanah yang merupakan awal dari pembangunan gedung bertingkat dengan berbagai ketinggian. Kendala yang timbul pada saat pengerjaan galian basement adalah faktor runtuhnya dinding tanah vertikal. Untuk menghindari keruntuhan pada saat penggalian basement, maka sebelum dilakukan penggalian tanah dibuat pengaman galian dengan memasang dinding penahan tanah. Pengamanan galian proyek Rumah Sakit Regina Maris Medan berupa retaining wall yang terdiri dari susunan batang spun pile yang diperkuat dengan strutting. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aman atau tidaknya kondisi tanah pada saat penggalian untuk pembangunan basement. Metode dalam perhitungan stabilitas dinding penahan tanah menggunakan metode Rankine serta penggunaan alat bantu software Plaxis. Hasil dari perhitungan stabilitas terhadap guling menggunakan metode rankine memiliki nilai faktor keamanan $2.54 > 1.50$ untuk stabilitas terhadap guling dan juga stabilitas terhadap geser memiliki nilai faktor aman (SF) $2.447 > 2.0$. Sedangkan hasil analisis menggunakan software plaxis deformasi yang aman pada proses instalasi retaining wall spun pile serta proses penggalian 1 dengan nilai faktor keamanannya adalah 1.81 dan pada penggalian ke 2 diperoleh nilai faktor keamanan (SF) 1.82 dan yang terakhir adalah penggalian 3 dengan nilai keamanannya adalah 2.95. Berdasarkan data hasil perhitungan diatas maka disimpulkan bahwa dinding penahan tanah pada metode rankine dan software plaxis 8.6 nilai kapasitas yang didapat merupakan nilai yang tinggi serta aman terhadap keruntuhan.

Kata Kunci: Terowongan pengelak, Kuat massa batuan, Rock Mass Rating (RMR), dan tegangan.

Abstract

When planning the construction of a shopping building, or an apartment, a fairly large parking area is needed. This is a separate problem for developers because it is no longer possible to build a construction horizontally because of limited land and land prices that are getting higher every time. Therefore the construction of a basement is an important part of a multi-storey building that utilizes the existing land area as a parking area such as the construction of the Medan Regina Maris Hospital Project. The construction begins with excavation work which is the beginning of the construction of multi-storey buildings with various heights. Obstacles that arise during the basement excavation work are the collapse of the vertical soil walls. In order to avoid collapse during the excavation of the basement, prior to excavation the soil is made to protect the excavation by installing a retaining wall. Securing the excavation for the Regina Maris Medan Hospital project in the form of a retaining wall consisting of an arrangement of spun pile rods reinforced with strutting. This study aims to determine whether or not the condition of the soil is safe during excavation for basement construction. The method for calculating the stability of retaining walls uses the Rankine method and the use of Plaxis software tools. The results of the calculation of stability against overturning using the Rankine method have a factor of safety value of $2.54 > 1.50$ for stability against overturning and also stability against shear having a factor of safety (SF) of $2.447 > 2.0$. While the results of the analysis using safe deformation plaxis software in the retaining wall spun pile installation process and excavation process 1 with a safety factor value of 1.81 and in the 2nd excavation the safety factor value (SF) is 1.82 and the last is excavation 3 with a safety value of 2.95. Based on the data from the calculation above, it can be concluded that the retaining wall in the Rankine method and the Plaxis 8.6 software has a high capacity value and is safe from collapse.

Keywords: Bypass Tunnel, Rock Strength, Rock Mass Rating (RMR) and Stress.

How to Cite: Tommy Prasetyo Wibowo, & Tika Ermita Wulandari. (2023). Analisis Stabilitas Struktur Retaining Wall Basement Terhadap Tekanan Tanah Dengan Aplikasi Plaxis 8.6, Sumatera Utara. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Arsitektur, 2(1) 2023: 14-22,

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Setiap pembangunan suatu struktur seperti gedung, jembatan, jalan raya, menara, dermaga, pelabuhan, dam/tanggul dan sebagainya harus mempunyai pondasi yang dapat mendukung beban-beban yang ditanggung struktur. Retaining wall adalah konstruksi berbentuk dinding yang digunakan untuk menjaga kestabilan agar bidang tanah tidak bergeser atau longsor.

Pada proyek konstruksi kali ini ada pembangunan rumah sakit regina maris medan yang terletak di jalan brigjen katamso kota medan, bangunan rumah sakit ini memiliki lebar $\pm 66.5\text{m}$ dan panjang bangunan $\pm 97\text{m}$ terdiri dari 11 lantai serta konstruksi basement yang berjumlah 2 lapis basement. Adapun jenis retaining wall yang digunakan pada proyek pembangunan gedung rumah sakit regina maris medan yaitu dinding penahan tanah jenis spun pile.

Dalam pemilihan metode dalam menghitung stabilitas dinding penahan tanah terhadap tekanan tanah ialah dengan menggunakan metode teori rankine dapat dimodifikasi untuk menghitung kohesi, dan untuk menghitung kemiringan permukaan tanah. Ini berlaku juga untuk pengambilan air yang seragam (uniform surcharge) di atas permukaan tanah dan permukaan air bebas sejajar dengan permukaan tanah urugan ke struktur dinding penahan, pada perhitungan kali ini menggunakan bantuan aplikasi plaxis 8.6 untuk melihat bentuk deformasi yang ditimbulkan dari tekanan tanah terhadap retaining wall, total displacement serta mendapatkan hasil dari scale factor yang terdapat pada aplikasi plaxis 8.6. Kemudian akan membandingkan keefisienan perhitungan dengan metode rankine dan program plaxis 8.6 atas dasar itu, saya mengambil judul tugas akhir tentang "Analisis Stabilitas Retaining Wall Basement Rumah Sakit Regina Maris Terhadap Tekanan Tanah Dengan Menggunakan Aplikasi Plaxis 8.6

METODE PENELITIAN

(Perhitungan Tekanan Tanah Lateral Dengan Metode Rankine)

Tekanan tanah lateral merupakan gaya yang ditimbulkan oleh akibat dari dorongan tanah tepat dibelakang struktur penahan tanah. Besarnya tekanan lateral yang ditimbulkan sangat dipengaruhi oleh perubahan letak (displacement) dari dinding penahan dan sifat-sifat tanah itu sendiri.

Koefisien Tekanan Tanah Diam (K_0)

Tekanan tanah diam atau "at rest" menggambarkan kondisi dimana tanah dihalangi untuk bergerak dalam arah horizontal (oleh tanah disekitarnya atau oleh dinding yang sangat kuat) sehingga tanah berada dalam kondisi kesetimbangan statis. Yang di maksud keadaan kesetimbangan ini yaitu tanah yang mengalami konsolidasi karena tekanan vertikal akibat berat sendirinya, ini menimbulkan perubahan bentuk kearah lateral dan perubahan ini ditahan oleh tanah yang berada disekitarnya dengan tekanan tanah lateral sebesar σ_h , dan oleh waktu yang lama maka konsolidasi dan creep arah vertikal dan horizontal menjadi nol.

$$\sigma_h' = K_0 \gamma z$$

Untuk $z = h_1$, maka:

$$\sigma_h' = K_0 \gamma h_1$$

Variasi tekanan σ_h , untuk kedalaman $z > h_1$, tekanan tanah pada penahan merupakan komponen tekanan tanah efektif ditambah tekanan air pori. Tegangan vertikal efektif:

$$\sigma_v' = \gamma_b H_w + \gamma'(z - H_w)$$

Dengan $P_a = \frac{1}{2} H^2 \gamma_b K_a$ tekanan tanah aktif efektif total:

$$P_a = \frac{1}{2} H^2 \gamma_b K_a$$

Pada Sembarang kedalaman dibawah muka air, tekanan lateral akibat air:

$$U = \gamma W(z = h_1)w$$

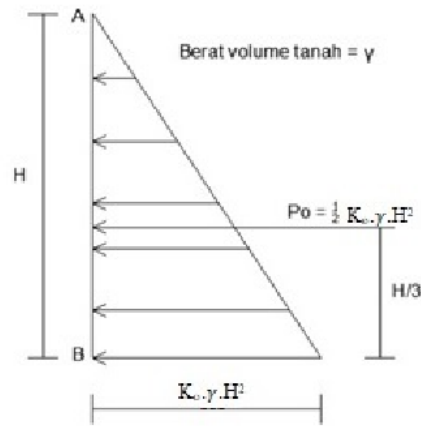
Jumlah tekanan air total pada kedalaman h_1 sampai h_2 akan berupa diagram yang berbentuk segi tiga dengan alas $\gamma w h_2$. Tekanana lateral akibat tekanan tanah dan air dengan $z < h_1$, adalah:

$$\sigma_h = \sigma_h + u$$

$$= K_0 [\gamma h_1 + \gamma'(z - h_1)] + \gamma W (z - h_1)$$

Jika, $z = h_1 + h_2 = H$, maka

$$\sigma_h = K_0 [\gamma h_1 + \gamma'(z - h_1)] + \gamma W h_2$$



Gambar 1 Koefisien Tanah Diam (K_o) Sumber: Buku Mekanika Tanah II oleh Hary Christady Hardiatmo

Koefisien K Tekanan Tanah Pasif (K_p)

Menurut Hardiyatmo (2003), tekanan tanah pasif adalah tekanan tanah yang terjadi saat gaya mendorong dinding penahan tanah ke arah tanah urugannya, sedangkan nilai banding tekan horisontal dan vertikal yang terjadi didefinisikan sebagai koefisien tekanan tanah pasif atau k_p. nilai tekanan pasif lebih besar dari nilai tekanan tanah saat diam dan nilai tekanan aktif. Tekanan tanah pasif menunjukkan nilai maksimum dari gaya yang dapat dikembangkan oleh tanah pada gerakan struktur penahan terhadap tanah urugannya, yaitu tanah harus menahan gerakan dinding penahan tanah sebelum mengalami keruntuhan.

$$K_p = \frac{1 - \sin\varphi}{1 + \sin\varphi} = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$$

Keterangan:

φ = Sudut geser tanah (°)

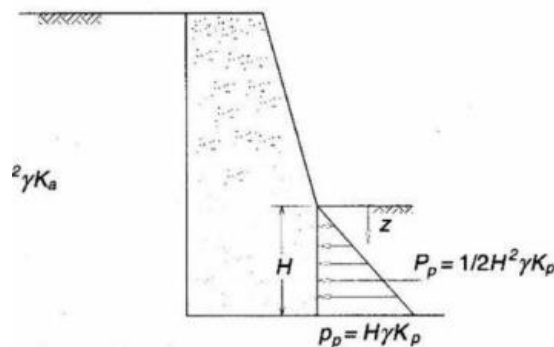
K_p = Koefisien tanah pasif

Tekanan tanah pasif total persatuan panjang dinding penahan tanah setinggi H, adalah:

$$P_p = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_p + 2c \sqrt{K_p} H$$

Untuk $\varphi = 0$, nilai K_p = 1, maka :

$$P_p = \frac{1}{2} \gamma H^2 + 2cuH$$



Gambar 2 Koefisien Tekanan Tanah Pasif (K_p)

Sumber: Buku Mekanika Tanah II oleh Hary Christady Hardiatmo

Koefisien K Tekanan Tanah Aktif (K_a)

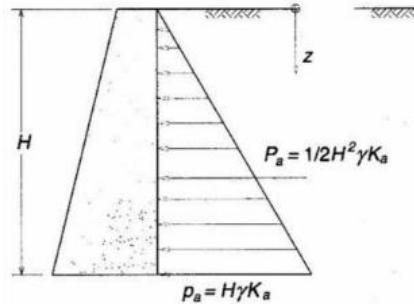
Menurut Hardiyatmo (2003) tekanan tanah aktif adalah tekanan yang terjadi pada dinding penahan yang mengalami keluluhan atau bergerak ke arah luar dari tanah urugan di belakangnya, sehingga menyebabkan tanah urug akan bergerak longsor ke bawah dan menekan dinding penahannya, sedangkan nilai banding tekanan horisontal dan tekanan vertikal yang terjadi didefinisikan sebagai koefisien tekanan tanah aktif atau K_a. Nilai tekanan aktif lebih kecil dari nilai tekanan saat diam. Gerakan dinding tanah menjauhi tanah urugan menghilangkan pertahanan dibelakang dinding. Jadi tekanan tanah aktif adalah gaya yang cenderung mengurangi keseimbangan dinding penahan tanahnya.

$$K_a = \frac{1 - \sin\varphi}{1 + \sin\varphi} = \tan^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right)$$

Keterangan:

φ = Sudut geser tanah ($^\circ$)

K_a = Koefisien tanah aktif



Gambar 3 Koefisien Tekanan Tanah Aktif (K_a)

Sumber: Buku Mekanika Tanah II oleh Hary Christady Hardiatmo

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tugas akhir ini melakukan analisis tekanan tanah pasif & aktif serta stabilitas dinding penahan tanah pada basement proyek rumah sakit regina maris medan. Lokasi yang ditinjau berada di jalan brigjend katamso kecamatan medan maimun. Rumah sakit ini terdiri dari 11 lantai dan 2 lapis basement, lokasinya bangunan rumah sakit ini banyak dikelilingi bangunan seperti ruko, perumahan warga dll. konstruksi dinding penahan tanah yang digunakan spun pile berdiameter 80cm untuk menahan keruntuhan tanah yang terjadi. Rencananya basement dengan kedalaman 9 meter. Cakupan analisis akan membandingkan hasil perhitungan analitis dari metode rankine dengan perhitungan menggunakan software plaxis serta keefisienan antar keduanya.

Analisa Parameter Tanah

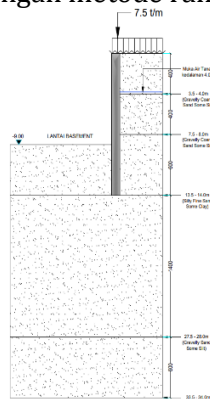
Data hasil penyelidikan tanah yang berupa data lapangan pada lokasi proyek pembangunan gedung rumah sakit regina maris medan, terdapat 3 titik bor seperti yang terlihat pada denah boring gambar 3.5, yaitu BH 1, BH 2 dan BH 3. Data tanah tersebut merupakan data SPT (Standard Penetration Test) sampai kedalaman 30.45 m, dan titik yang akan ditinjau ialah titik BH1.

Analisa Perhitungan

Dalam penulisan skripsi ini, penulis akan menganalisa jenis dinding penahan tanah yang tersusun dari spun pile yang di perkuat dengan strutting pada proyek pembangunan gedung rumah sakit regina maris. Sedangkan untuk analisa yang diperkuat dengan strutting akan dianalisa dengan menggunakan plaxis v8.6. Adapun analisa rankine yang dilakukan pada dinding tanpa strutting. Untuk gambar turap yang akan dianalisa dengan metode Rankine.

Perhitungan Tekanan Tanah Pasif & Aktif

Pada perhitungan tekanan pasif & aktif menggunakan metode rankine, berikut merupakan perhitungan tekanan tanah pasif & aktif dengan metode rankine :



Gambar 4 Berat dan Gaya Dinding Penahan Tanah

Sumber: Pengolahan Data

Jarak Beban Terhadap Ujung Dinding Penahan Tanah (di titik 0):

$$x = \frac{1}{2} \cdot 14 = 7 \text{ m}$$

Berat Dinding Penahan Tanah

$$W = 2,40 \text{ t/m}^3 \times (14 \times 0,80)$$

$$W = 26,88 \text{ t/m}' = 239.136 \text{ kN/m}$$

Momen Terhadap Ujung Dinding Penahan Tanah (di titik 0):

$$M = W \times X = 239.136 \times 10$$

$$M = 268.8 \text{ t/m}' = 2391.363 \text{ kN/m}'$$

Perhitungan tekanan tanah pasif dan aktif pada dinding penahan tanah proyek pembangunan rumah sakit regina maris medan dengan menggunakan metode rankine, yakni sebagai berikut

Tekanan Tanah Aktif Pada Titik BH-1

Tekanan tanah vertikal efektif titik BH-1 : (El. 0.00m)

$$\sigma'v = q = 7.5 \text{ t/m} = 74.73012 \text{ kN.m}$$

Tekanan tanah aktif pada lapisan 1 (Elevasi -9.00 m)

$$Ka = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$$

$$Ka = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{39}{2} \right) = 0.89$$

Cara untuk mendapatkan nilai dari K_o (Tekanan Tanah Diam) maka untuk tanah butiran, koefisien tekanan tanah "diam" dapat dihitung menggunakan persamaan empiris (Jaky, 1944):

$$K_o = 1 - \sin \phi'$$

$$K_o = 1 - \sin 39^\circ$$

$$K_o = 0.37$$

Tekanan tanah vertikal total lapisan 1 (El. - 9.00m)

$$\sigma'v = \gamma_{sat} \cdot z$$

$$\sigma'v = 1.79 \times 9.0 \text{ m}$$

$$\sigma'v = 16.11 \text{ kN/m}$$

Tekanan tanah horizontal total lapisan 1 (El. - 9.00m)

$$\sigma'h' = K_o \sigma'v$$

$$\sigma'h' = 0.37 \times 16.11$$

$$\sigma'h' = 5.96 \text{ kN/m}$$

Untuk menghitung perhitungan tegangan air pori pada kondisi kedalaman muka air tanah pada basement pembangunan rumah sakit regina maris medan terletak dikedalaman - 4.0m.

Perhitungan tegangan air pori (u)

$$u = \gamma_w (d - H_w)$$

$$u = 9.81 (9.0 - 4)$$

$$u = 49.05 \text{ kN.m}$$

Tekanan tanah Vertikal efektif lapisan 1 (El. - 9.00m)

$$\sigma'v = \gamma_b H_w + \gamma'(z - H_w)$$

$$\sigma'v = 1.62 \times 4.0 + 39 (9 - 4.0)$$

$$\sigma'v = 201.480 \text{ kN/m}$$

Tekanan tanah horizontal efektif lapisan 1 (El. - 9.00m)

$$\sigma'h' = K_o \times \sigma'v$$

$$\sigma'h' = 0.37 \times 74.73012$$

$$\sigma'h' = 27.650 \text{ kN.m}$$

Perhitungan tekanan tanah aktif efektif (El. - 9.00m)

$$\sigma'a = \sigma'v \cdot Ka - 2c \cdot \sqrt{Ka}$$

$$\sigma'a = 74.73012 \cdot 0.89 - (2 \times 0.043) \cdot \sqrt{0.89}$$

$$\sigma'a = 66.428 \text{ kN.m}$$

Perhitungan tekanan tanah aktif total (El. - 9.00m)

$$P_a = \frac{1}{2} H^2 \gamma_b K_a$$

$$P_a = \frac{1}{2} \times 9.0^2 \times 1.62 \times 0.89$$

$$P_a = 58.392 \text{ kN.m}$$

Perhitungan total tegangan luas persegi

$$Pa_1 = \sigma' a$$

$$Pa_1 = 58.392 \text{ kN/m}$$

Tekanan Tanah Aktif pada lapisan 2 (El - 15.00m)

$$K_a = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$$

$$K_a = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{26}{2} \right) = 1.11$$

Cara untuk mendapatkan nilai dari K_o (Tekanan Tanah Diam) maka untuk tanah butiran, koefisien tekanan tanah "diam" dapat dihitung menggunakan persamaan empiris (Jaky, 1944):

$$K_o = 1 - \sin \phi'$$

$$K_o = 1 - \sin 26^\circ$$

$$K_o = 0.56$$

Tekanan tanah vertikal total lapisan 2 (El. - 15.00m)

$$\sigma v' = \gamma_{sat} \cdot z$$

$$\sigma v' = 1.73 \times 15.0 \text{ m} \sigma v' = 25.95 \text{ kN/m}$$

Tekanan tanah horizontal total lapisan 2 (El. - 15.00m)

$$\sigma h' = K_o \sigma v'$$

$$\sigma h' = 0.56 \times 25.95$$

$$\sigma h' = 14.532 \text{ kN/m}$$

Tekanan tanah Vertikal efektif lapisan 2 (El. - 15.00m)

$$\sigma v' = \gamma_b H_w + \gamma'(z - H_w)$$

$$\sigma v' = 1.63 \times 4.0 + 26 (15 - 4.0)$$

$$\sigma v' = 292.520 \text{ kN/m}$$

Tekanan tanah horizontal efektif lapisan 2 (El. - 15.00m)

$$\sigma h' = K_o \times \sigma v'$$

$$\sigma h' = 0.56 \times 292.520$$

$$\sigma h' = 163.811 \text{ kN.m}$$

Perhitungan tekanan tanah aktif efektif (El. - 15.00m)

$$\sigma' a = \sigma v' \cdot K_a - 2c \cdot \sqrt{K_a}$$

$$\sigma' a = 292.520 \cdot 1.11 - (2 \times 0.098) \cdot \sqrt{1.11} \sigma' a = 324.743 \text{ kN/m}$$

Perhitungan tekanan tanah aktif total (El. - 15.00m)

$$P_a = \frac{1}{2} H^2 \gamma_b K_a$$

$$P_a = \frac{1}{2} \times 15.0^2 \times 1.63 \times 1.11$$

$$P_a = 203.546 \text{ kN/m}$$

Perhitungan total tegangan luas persegi

$$Pa_2 = \sigma' a$$

$$Pa_2 = 203.546 \text{ kN/m}$$

Tekanan Tanah Aktif pada lapisan 3 (El - 21.00m)

$$K_a = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$$

$$K_a = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{42}{2} \right) = 0.83$$

Cara untuk mendapatkan nilai dari K_o (Tekanan Tanah Diam) maka untuk tanah butiran, koefisien tekanan tanah "diam" dapat dihitung menggunakan persamaan empiris (Jaky, 1944):

$$K_o = 1 - \sin \phi'$$

$$K_o = 1 - \sin 42^\circ$$

$$K_o = 0.33$$

Tekanan tanah vertikal total lapisan 2 (El. - 21.00m)

$$\sigma v' = \gamma_{sat} \cdot z$$

$$\sigma v' = 1.73 \times 15.0 \text{ m}$$

$$\sigma v' = 25.95 \text{ kN/m}$$

Tekanan tanah horizontal total lapisan 3 (El. - 21.00m)

$$\sigma h' = K_o \sigma v'$$

$$\sigma h' = 0.56 \times 25.95$$

$$\sigma h' = 14.532 \text{ kN/m}$$

Tekanan tanah Vertikal efektif lapisan 3 (El. - 21.00m)

$$\sigma v' = \gamma_b H_w + \gamma'(z - H_w)$$

$$\sigma v' = 2.05 \times 4.0 + 42 (21 - 4.0)$$

$$\sigma v' = 722.200 \text{ kN/m}$$

Tekanan tanah horizontal efektif lapisan 3 (El. - 21.00m)

$$\sigma h' = K_o \times \sigma'v$$

$$\sigma h' = 0.33 \times 74.73012$$

$$\sigma h' = 24.660 \text{ kN. m}$$

Perhitungan tekanan tanah aktif efektif (El. - 21.00m)

$$\sigma'a = \sigma'v \cdot K_a - 2c \cdot \sqrt{K_a}$$

$$\sigma'a = 74.73012 \cdot 0.83 - (2 \times 0.049) \cdot \sqrt{0.83}$$

$$\sigma'a = 61.936 \text{ kN. m}$$

Perhitungan tekanan tanah aktif total (El. - 21.00m)

$$P_a = \frac{1}{2} H^2 \gamma_b K_a$$

$$P_a = \frac{1}{2} \times 21.0^2 \times 2.0 \times 0.83$$

$$P_a = 366.03 \text{ kN. m}$$

Perhitungan total tegangan luas persegi

$$Pa_3 = \sigma'a$$

$$Pa_3 = 366.03 \text{ kN/m}$$

Tabel 1. Perhitungan Tekanan Tanah Efektif (Aktif)

Kedalaman (m)	K_a	K_o	$\sigma v'$ (kN/m)	$\sigma h'$ (kN/m)	$\sigma'a$ (kN/m)	μ (kN/m)
-9.00	0.89	0.37	201.480	27.650	66.42	49.05
-15.00	1.11	0.56	292.520	41.848	82.743	0
- 21.00	0.83	0.33	722.200	24.660	61.936	0

Sumber: Pengolahan Data 2022

Tabel 2. Perhitungan Tekanan Tanah Aktif

Symbol	Gaya
(Pa)	(kN/m)
Pa_1	58.92
Pa_2	203.546
Pa_3	366.03
Total	628.496

Sumber: Pengolahan Data 2022

Tekanan Tanah Pasif Pada Titik BH-1

Perhitungan tekanan tanah pasif pada lapisan 1 (El. - 9.00m)

$$Kp = \frac{1 - \sin\phi}{1 + \sin\phi} = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right)$$

$$Kp = \frac{1 - \sin 34^\circ}{1 + \sin 34^\circ} = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{34^\circ}{2} \right)$$

$$Kp = 0.97$$

Tekanan tanah Vertikal efektif lapisan 1 (El. - 9.00m)

$$\sigma v' = \gamma_b H_w + \gamma'(z - H_w)$$

$$\sigma v' = 1.72 \times 4.0 + 39 (9 - 4.0)$$

$$\sigma v' = 201.88 \text{ kN/m}$$

Tekanan tanah horizontal efektif lapisan 1 (El. - 9.00m)

$$\sigma h' = K_o \times \sigma v'$$

$$\sigma h' = 0.33 \times 74.73012$$

$$\sigma h' = 24.660 \text{ kN/m}$$

Perhitungan tekanan tanah pasif efektif (El. - 9.00m)

$$\sigma'p = \sigma v' \cdot K_p - 2c \cdot \sqrt{K_p}$$

$$\sigma'p = 74.73012 \cdot 0.97 - (2 \times 0.046) \cdot \sqrt{0.97}$$

$$\sigma'p = 72.397 \text{ kN/m}$$

Perhitungan tegangan air pori (u)

$$u = H_w (d - H_w)$$

$$u = 9.81 (9.0 - 4)$$

$$u = 49.05 \text{ kN/m}$$

Perhitungan total tegangan luas segitiga

$$Pa_4 = \frac{1}{2} \cdot \sigma'p \cdot h_1$$

$$Pa_4 = \frac{1}{2} \cdot 16.387 \cdot 9$$

$$Pa_4 = 73,741 \text{ kN/m}$$

Tabel 3. Perhitungan Tekanan Tanah Efektif (Pasif)

Kedalaman	K_p	$\sigma v'$ (kN/m)	$\sigma h'$ (kN/m)	μ (kN/m)	$\sigma'p$ (kN/m)
-9.00	0.97	201.88	24.660	49.05	72.397

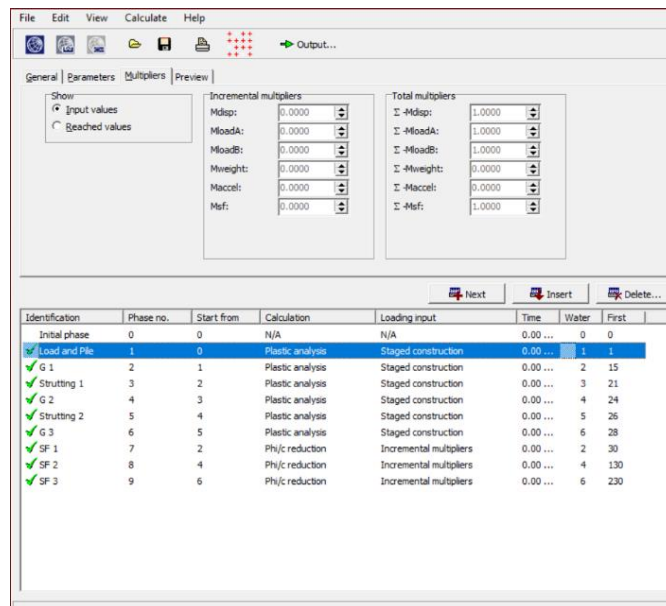
Sumber: Pengolahan Data 2022

Tabel 2. Perhitungan Tekanan Tanah Pasif

Symbol	Gaya
(Pa)	(kN/m)
Pa_4	73.741
Total	73.741

Sumber: Pengolahan Data 2022

Berikut adalah pemodelan dari analisa stabilitas dinding dengan menggunakan program bantu PLAXIS V.8.6. merupakan pemodelan dinding penahan tanah spun pile:



Gambar 5 Hasil Perhitungan Setelah Semua Material Dirunning

Tabel 4 Hasil Perbandingan Perhitungan

No	TEORI	PLAXIS	LAPANGAN
1	2.54>1.5	1.81	1.64>1.5
2	2.44>2.0	1.82	
3	-	2.95	

Pembahasan

Dari hasil perhitungan seluruh safety factor pada tabel diatas menunjukkan bahwa dari hasil perhitungan dengan menggunakan teori rankine telah memenuhi syarat keamanan terhadap stabilitas guling dan geser, begitu juga dengan perhitungan yang telah dilakukan dengan software plaxis 8.6 menunjukkan hasil keamanan terhadap geser dan guling yang telah memenuhi syarat keamanan mulai dari penggalian 1 penggalian 2 dan juga penggalian 3, yang terakhir adalah hasil perhitungan angka safety factor dengan software midas solidworks yang telah memenuhi syarat keamanan dengan nilai (SF) Safety Factornya 1.64>1.5, dari hasil perhitungan ketiganya yang mendekati hasil perhitungan yang ada dilapangan adalah perhitungan yang menggunakan menggunakan metode rankine, tetapi ada beberapa hal yang harus diperhatikan dari sisi keefisienan perhitungan antara software plaxis 8.6 dengan metode rankine, yaitu keefisienan dalam memepersingkat waktu dan keakuratan hasil serta perhitungan.

SIMPULAN

Untuk analisis dengan metode Rankine stabilitas terhadap guling nilai SF yang didapat memenuhi syarat aman yaitu 2.54 dari nilai SF yang diizinkan sebesar 1,5. Untuk stabilitas terhadap geser nilai SF yang didapat memenuhi syarat aman yaitu 2.447 dari nilai SF yang diizinkan sebesar 2.

Untuk analisis plaxis pada proses penggalian pertama stabilitas terhadap geser dan guling di dapat angka safety factor (SF) yaitu 1.81. Pada proses penggalian kedua stabilitas terhadap geser dan guling di dapat angka safety factor (SF) yaitu 1.82 dan pada proses penggalian ketiga yaitu 2.95.

Untuk tingkat keefisienan perhitungan antara metode rankine dan software plaxis 8.6 dengan pertimbangan dalam hal memepersingkat waktu dan kemudahan pengkalkulasian software plaxis 8.6 lebih dominan dibandingkan dengan metode rankine, tetapi hal yang perlu diingat bahwa metode rankine dan software plaxis 8.6 tidak dapat dibandingkan melalui metode perhitungannya dikarenakan metode rankine dan software plaxis 8.6 memiliki metode perhitungan yang sangat berbeda, namun keduanya memiliki tujuan yang sama dalam hal pengkalkulasian tanah dengan berbagai jenis.

Berdasarkan data hasil perhitungan diatas maka disimpulkan bahwa dinding penahan tanah pada metode rankine dan software plaxis 8.6 nilai kapasitas yang didapat merupakan nilai yang telah memenuhi syarat serta aman terhadap keruntuhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional (2017), SNI 8460:2017 Persyaratan perencanaan geoteknik. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional (2008), SNI 4153:2008 Cara uji penetrasi lapangan dengan SPT. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Bowles. J.E,1988: "Analisis dan Desain Pondasi" Erlangga, Jakarta.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2003. Mekanika Tanah II (Edisi Ketiga). Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2003. Teknik Fondasi 2 (Edisi keempat). Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2002. Mekanika Tanah I (Edisi Ketiga). Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Hardiyatmo Hary C 1992 Mekanika tanah I, PT Gramedia Pustaka Uama, Jakarta
- Jakarta: PT Pradnya Paramita. Ritchie Specs. (2007). Komatsu D375A-1 Crawler Tractor. <http://www.ritchie-specs.com/specification>.
- Rostiyanti, S. F. (2008). Alat Berat untuk Proyek Konstruksi.
- Sosrodarsono, S., dan Nakazawa. 2000. Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi.